

UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DAS RANDSPALTVERHALTEN
VON AMALGAM- UND GOLDGUSSFÜLLUNGEN
IN ABHÄNGIGKEIT VON IHRER LIEGEDAUER

THOMAS TENSPOUDE

1982

Dissertations- und Fotodruck ANNELIESE SCHUBERT
Corneliusstraße 21 · 8000 München 5 · Telefon 2014774

Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie
(Direktor: Prof. Dr. E. Sonnabend)
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der
Universität München

Untersuchungen über das Randspaltverhalten von Amalgam- und
Goldgußfüllungen in Abhängigkeit von ihrer Liegedauer

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig Maximilians-Universität in München

vorgelegt von
Thomas Tenspolde
aus
München
1982

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof.Dr.E. Sonnabend
Dekan: Prof.Dr.w. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 8.4.1982



GLIEDERUNG

	Seite
I. Einleitung	1
II. Hauptteil	2
A Literaturübersicht	2
a. Randspalt und Sekundärkariesfrequenz	2
b. Kavitätenpräparation und Trockenhaltung vor Füllungsapplikation	2
c. Volumenänderung des Amalgams; Stopfdruck, Korrosion	4
d. Korrosion der Amalgamfüllung	5
e. Politur	6
f. Volumenänderung und Anmischverhältnis	7
g. Goldgußfüllungen	8
h. Kavitätenpräparation und Randschluß	9
i. Direkte Herstellungsmethode	9
j. Abdruckmethode und Abbildungsgenauigkeit	10
k. Fehlerquellen während der Laborarbeit	11
l. Randspalte als Maß der Gußgenauigkeit	12
m. Einzementieren des Gußstückes beim Patienten und anschließendes Anfinieren	12
B Literaturübersicht	14
a. Einige bisher vorliegende Untersuchungs- methoden zu unseren Themenkreis	14
C Eigene Untersuchungen	18
a. Material und Methodik	18
b. Auswertung der Gipsmodelle	19
c. Meßergebnisse	21
1. Meßwerte Amalgamfüllungen	22
2. Meßwerte Goldgußfüllungen	26
3. Amalgamfüllungen und Goldgußfüllungen im Vergleich	31

III. Kritische Auswertung der Ergebnisse

Seite 35

A	Amalgamfüllungen	35
B	Goldgußfüllungen	37
C	Amalgamfüllungen und Goldgußfüllungen im Vergleich	38

IV. Zusammenfassung

41

I. Einleitung

Gegen die Volksseuche Karies vorzugehen, ist auch heute noch eine Hauptaufgabe des behandelnden Zahnarztes und der zahnmedizinischen Wissenschaft.

Nicht zuletzt veränderte Umweltbedingungen, und somit auch verändertes Ernährungsbewußtsein und Verhalten, lassen die Kariesrate immer höher schnellen.

Zur Behandlung der Zahnkaries gehört unter anderem auch eine möglichst perfekte Füllungstherapie. Deshalb muß laut Wannenmacher (1963; 57) ein Füllwerkstoff einen vollkommen dichten Dauerverschluß der Kavität gewährleisten. Diese Forderung war immer wieder der Anlaß zu experimentellen und klinischen Untersuchungen über Randspaltverhalten von Füllwerkstoffen.

Da ein Randspalt zwischen Kavitätenwand und Füllung eine der Hauptursachen bei der Bildung von Sekundärkaries ist (Retentionsstelle für Plaque), haben wir Amalgam- und Goldgußfüllungen, die im Seitenzahnbereich am häufigsten verwendet werden, auf Randspaltbreite und -tiefe hin in Abhängigkeit von ihrer Liegedauer untersucht.

Auf das Randspaltverhalten moderner Kunststoff-Füllmaterialien soll hier in diesem Zusammenhang nicht mehr eingegangen werden.

II. Hauptteil

A LITERATURÜBERSICHT

a. Randspalt und Sekundärkariesfrequenz

Die Ursache für eine hohe Sekundärkariesfrequenz sieht Weisleder (1940; 61) in dem mangelhaften Rand-schluß der Füllwerkstoffe. Bei ihm beträgt der Anteil der Sekundärkaries der Amalgamfüllungen 60,7 % und übertrifft den der Goldgußfüllungen (26,8 %) bei weitem. Es besteht also augenscheinlich ein Zusammenhang zwischen Randspalt und Sekundärkariesfrequenz.

Auch Spreter v. Kreudenstein (1960; 53) meint, daß zur Entstehung von sekundärer Randkaries die Bildung von Retentionsstellen im Bereich der Füllungs-ränder Voraussetzung sind. Diese Retentionsstellen sind besonders Spalten zwischen Füllung und Kavitätenrand, und auch Nischen im Grenzgebiet der Füllung oder rauhe und poröse Füllungsoberflächen.

b. Kavitätenpräparation und Trockenhaltung vor Füllungsapplikation.

Spreter v. Kreudenstein (53) unterscheidet vermeidbare und unvermeidbare Gründe zur Bildung von Retentionsstellen. Zu den vermeidbaren Ursachen zählen die unvollkommene Trockenhaltung der Kavitäten vor der Füllungsapplikation und ungenügende Abschrägung oder Glättung der Kavitätenränder.

E. Harndt (1955; 18) fand bei Amalgamfüllungen 60 % Sekundärkaries, die zur Hälfte durch mangelhafte Kavitätenpräparation und vermehrter Spaltbildung verursacht war. Nach Ansicht einiger Autoren sollte deshalb bei Kavitäten für Amalgamfüllungen der Schmelzbereich der Präparation abgeschrägt sein (Pichler, H., 1929;40 - Schug-Koesters, 1951; 49 - Wannenmacher, E., 1965; 58).

E. H a r n d t (1955; 18) fordert ein Abschrägen von 45° , so daß eine okklusalwärts divergierende Kavität entsteht.

Außerdem fordern H o l l e n b a c k (1958; 23) und auch B y r n e s (1934; 5), daß auf den Kavitätenrändern kein Amalgam belassen werden darf, da zu dünne Schichten abbrechen.

Die unvollkommene Trockenhaltung der Kavität vor Applizierung der Füllung ist auch für E. H a r n d t (1955; 18) und E. W a n n e n m a c h e r (1963; 57) ein Problem:

Amalgam ändert seine Eigenschaften in Bezug auf stärkere Expansion und Verfärbung, wenn es mit Feuchtigkeit während des Mischens und Kondensierens in Berührung kommt. Die stärkere Expansion kann beim Patienten sogar Schmerzen nach der Behandlung auslösen (M o r r e y , L. W. 1962; 33). Nachteile einer feuchten Kavität sind besonders bei Zinkamalgamen zu beobachten, da dann eine wesentlich größere Expansion und eine erhebliche Minderung der Bruchfestigkeit der Amalgamfüllung resultiert (M i l l e r , E. C., 1964; 31).

E. H a r n d t (1955; 18) und E. W a n n e n m a c h e r (1963; 57) empfehlen deshalb, die fertige Kavität mit zuverlässigen Mitteln zu trocknen und zu säubern. Am sichersten zum Säubern erwies sich die Desinfektion mit 3 %igem $H_2 O_2$ (E n g e l h a r d t , J. P., 1967; 11). Allerdings meinte E. S a u e r w e i n (1953; 47), daß eine in eine speichelnasse Kavität eingebrachte Amalgamfüllung, die gut kondensiert würde, auch nach mehreren Jahren noch einwandfreie Randverhältnisse zeige.

Trotzdem ist E. E i n f e l d t (1963; 10) der Auffassung, jeden Feuchtigkeitszutritt beim Füllen zu vermeiden, um eine verspätete Expansion der Füllung zu verhindern (E i n f e l d t , H. 1963;10).

c. Volumenänderung des Amalgams;
Stopfdruck; Korrosion

Zur Volumenänderung sagten bereits H i l l (1928; 21) und H. P e c k e r t (1923; 38), daß das Amalgam der Kontraktion wie auch der Expansion unterliege.

Dieses Volumenverhalten findet seine Ursache in der Diffusion des ungebundenen Quecksilbers aus dem Füllmaterial heraus (Expansion während des Erhärtens).

Auf diese Weise wird eine Kontraktion hervorgerufen, die durch eine Bindung des Quecksilbers mit der bestehenden chemischen Phase des Rest-Alloys des Amalgams entsteht (M i t c h e l , J., 1954; 32).

Durch diese molekulare Umlagerung während und nach dem Erhärten und durch Kontraktionserscheinungen nach 2 bis 3 Jahren (Dauerkontraktion) werden Füllungsfehler hervorgerufen (W i t z e l , A., 1899; 63).

Außerdem findet W i t z e l (nach V e r b o w s k y, M., 1961; 56) in dem verschiedenen Stopfverhalten innerhalb einer Füllung eine weitere Ursache der Formveränderung. Das Quecksilber wandert von der weniger gut kondensierten Stelle nach der dichteren (quecksilberärmeren) Stelle, und da der Füllungsrand quecksilberreicher ist, wandert das Quecksilber vom Rand weg, so daß damit die Spaltbildung erklärt ist.

Auch H. F. O v e r d i e k (1962; 34) führt den falschen Stopfdruck als Ursache für Volumenänderung des Amalgams an.

Der zu hohe Stopfdruck führt zum Auspressen des Quecksilbers, was eine stärkere Kontraktion des Amalgams bewirkt. Während zu niedriger Stopfdruck das Zurückbleiben von Quecksilber verursacht und somit das Amalgam expandiert.

Außerdem bewirkt die mangelhafte Kondensation eine vermehrte Hohlraumbildung innerhalb der Füllung, was sich später als Randspalt äußert. W e i ß h u h n (1957; 62) strebt bei der Anwendung eines starken Stopfdruckes mit intensiver Kondensation eine möglichst quecksilberarme Oberfläche an. 92 % der von ihm untersuchten Fälle erwiesen sich als dicht. Er empfiehlt, daß der Stopfdruck vorwiegend gegen die Kavitätenränder gerichtet sein soll.

Ein weiteres Problem liegt in der metallischen Eigenschaft des Amalgams selbst.

d. Korrosion der Amalgamfüllung

Die Gefahr der Korrosion und Verfärbung sieht E. W a n n e n m a c h e r (1965; 58) bei Berührung mit anderen Metall-Legierungen, wobei die Zerstörung des Randschlusses eine Folge der Potentialdifferenz der verschiedenen Metalle ist. Um eine stärkere Korrosion zu verhindern, empfiehlt er, 50 % - 67 %ige Silberamalgamlegierungen zu verwenden.

Aufgrund der Korrosion tritt nach einiger Liegezeit ein Hervorwachsen der Amalgamfüllung ein, wodurch laut C. H. F i s c h e r und C. M e r t e n s m e i e r (1957; 12) sich die Randdichte verbessere.

Diese Korrosion mit anschließender Besserung der Randdichte wird durch Bestreuen der Kavität mit Cu-Pulver nach H. M e r k (1962; 30) noch verstärkt. Die desinfizierende Wirkung der Kupferkorrosions-Produkte, die eine Minderung der Sekundärkariesanfälligkeit bewirkt (K n a p p w o s t , A., 1953; 27), ist obendrein noch eine angenehme Begleiterscheinung von so behandelten Kavitäten.

e. Politur

Durch den Kauakt werden allerdings die über den Kavitätenrand hinausragenden Teile beschleunigt abgenutzt. Man muß also die Randverhältnisse von Amalgamfüllungen in bestimmten Zeitabständen nachkontrollieren und durch eine Nachpolitur verbessern (O v e r d i e k , H. F., 1962; 34). Auch H. H e u s e r (1949; 20) und E. S a u e r w e i n (1953; 47) messen der Politur der Amalgamfüllung eine große Bedeutung zu. Durch die abschließende Politur werden Unebenheiten auf der Oberfläche beseitigt, die Füllungsoberfläche durch Verdichtung homogenisiert, und damit die Haftmöglichkeit für Bakterien und Plaque herabgesetzt.

Zur Politurtechnik empfiehlt E. S a u e r w e i n (1976; 48) die Verwendung von kugelförmigen und flammenförmigen feinen Steinchen, Finierern und glatten Stahlfinierern.

Eine Hitzeentwicklung ist beim Polieren unbedingt zu vermeiden, da sonst Blasen und kleine Krater auf der Füllungsoberfläche durch überhitzt austretendes Quecksilber entstehen können.

In Reihenuntersuchungen wiesen G. M a r e n k e (1940; 29) und K. W e i s s l e d e r (1940; 61) nach, daß eine glatte Oberfläche in Verbindung mit einem guten Randschluß ein wichtiger Faktor bei der Sekundärkariesverhütung ist.

Allerdings stellten F. F. E i f f i n g e r und L. D u n k e r (1967; 9) fest, daß die Silberamalgamfüllung trotz Politur eine Spaltbreite von 10 - 30 µm zeige, und bei später einsetzender Korrosion höhere Werte erreiche.

f. Volumenveränderung und Anmischverhältnis

Die von F. F. E i f f i n g e r und L. D u n k e r (9) festgestellten Spaltbreitenwerte sind nach E. S a u e r w e i n (1976; 48) durch die zerstörenden elektrochemischen Vorgänge während der Gamma 2 - Phase (Sn_7Hg) zu erklären.

Wie wir wissen, sind Silberamalgame Legierungen von 3 Kristallarten:

Gamma (Ag_3Sn)

Gamma 1 (Ag_3Hg_4)

Gamma 2 (Sn_7Hg)

Um den Faktoren, welche die Volumeninkonstanz des Amalgams ausmachen, zu begegnen, gibt es heute die Gamma-2-freien Silberamalgame, die sich durch höhere Druck- und Kantenfestigkeit, geringere Creepwerte und durch bessere Adaptation an die Kavitätenwände auszeichnen (S a u e r w e i n, 1976; 48, nach C a s t a g n o l a und W i r z).

Statt des Sn_7Hg -Komplexes entsteht durch Verminderung des Sn-Anteils auf 18 % eine Cu_6Sn_5 - Verbindung, damit eine weitere Reaktion mit dem Hg unterbleibt.

Die Gamma 2 - Phase macht etwa 10 Volumenprozent des kondensierten Amalgams aus und ist das schwächste Glied der Reaktionskette. Neben verstärkter Korrosion bewirkt es auch noch höhere Creepwerte, was sich zusammengekommen in einer Aufwölbung des Amalgams an den Randpartien (Creep) und in einer Verbreiterung des Randspaltes zeigt.

Die Mundbeständigkeit von Amalgamfüllungen hängt also, wie wir sehen, insbesondere vom Anmischverhältnis des Amalgams ab.

So stellte V. K. I l g (1951; 25) eine Expansion der Füllung unter folgenden Bedingungen fest:

- steigendem Silbergehalt
- steigendem Quecksilberzusatz
- steigender Teilchengröße des Alloys
- zunehmendem Stopfdruck
- abnehmbarer Stopfdauer

Die Kontraktion nimmt im umgekehrten Sinne zu.

Daraus sieht V. K. I l g (1951; 25) die Schlußfolgerung, daß Amalgam einen Silbergehalt von ca. 67 % haben sollte, nicht zu quecksilberarm verarbeitet werden muß und jegliche Zerkleinerung vermieden werden sollte.

Diese Schlußfolgerung von V. K. I l g (1951; 25) bewog die American - Dental - Association, die Spezifikation Nr. 1 für Amalgam wie folgt festzulegen.

Amalgam enthält:

mindestens	65 % Silber
höchstens	29 % Zinn
"	6 % Kupfer
"	2 % Zink
"	3 % Quecksilber

Nach H. E i n f e l d t (1963;10) ergeben sich die besten mechanischen Eigenschaften von Amalgamfüllungen, wenn das Amalgam 68 % Silber, 27 % Zinn und 5 % Kupfer enthält.

g. Goldgußfüllungen

Eine tadellose Amalgamfüllung ist einer durchschnittlichen Goldgußfüllung überlegen, schreibt E. S a u e r - w e i n (1976; 48). Auch H. R i e d e l (1965; 43) äußerte sich ähnlich, daß trotz des relativ günstigen Abschneidens der Gußfüllung auch diese nicht ganz frei

von Schwächen ist. Primär gelingt es nicht, einen Gußkörper herzustellen, der spaltfrei und formgetreu in die Kavität eingebracht werden kann. Etwas positiver äußerte sich schon 1964 S. O w a s s a p i a n (35) über Gußfüllungen. Die Art der Herstellung ermöglicht es, die anatomische Gestalt des Zahnes gut zu rekonstruieren und einen einwandfreien Kontaktpunkt (approximal) zu modellieren. Durch Volumenkonstanz des Materials wird ein recht guter Randschluß erreicht, so daß bei Gußfüllungen 50 % weniger sekundäre Randkaries auftritt, als bei plastischen Füllmaterialien (H a r n d t , E., 1947; 17).

h. Kavitätenpräparation und Randschluß

Um einen guten Randschluß der späteren Gußfüllung zu erreichen, spielt die vorhergehende Kavitätenpräparation eine entscheidende Rolle.

R i e d e l (1965; 43) und P a i n t k e (1966; 36) empfehlen für Inlay-Kavitäten die Slice-cut-Präparation, da sich bei ihr eine spätere Metallkontraktion nicht so stark auswirkt. Stehen ästhetische Belange im Hintergrund, sollte diese Methode mehr Beachtung finden.

Dagegen meinen S o n n a b e n d (1976; 52) und B e h m , daß die Kastenpräparation nach B l a c k mit Präparation eines Federrandes bei Inlay-Kavitäten am ehesten geeignet ist.

i. Direkte Herstellungsmethode

Obwohl E. M. S o b k o w i a k 1964 feststellte, daß direkt hergestellte Gußfüllungen kleinere Randspaltbreiten aufwiesen als indirekt hergestellte, wird in der heutigen Zeit, nicht zuletzt aufgrund verbesserter Abdruckmethoden, auf die direkt hergestellten Gußfüllungen verzichtet. Allenfalls bei Inlays

im zervikalen Bereich wird auch heute noch auf das Verfahren direkter Inlaysherstellung zurückgegriffen (S a u e r w e i n , E. 1976; 48).

Deshalb begnügen wir uns hier mit der Beschreibung der indirekten Herstellungsmethode und ihrer Fehler sowie Ungenauigkeiten.

j. Abdruckmethode und Abbildungsgenauigkeit

Nach der Kavitätenpräparation und eventuellem Legen von Retraktionsfäden, folgt die Abformung. Hier erhebt sich die Frage, welcher Abdruckmethode der Vorrang gegeben werden soll. Die bei uns gebräuchlichsten Methoden sind:

1. Der Abdruck mit irreversibel elastischem Abformmaterial;
2. Doppelmischabformverfahren
3. Korrekturabformverfahren

Da jede Abbindung eines Materials im Munde eine chemische Reaktion ist, kommt es zu leichten Schwankungen, was die Abbildungsgenauigkeit angeht. Diese Abformtreue hängt zunächst vom verwendeten Abdruckmaterial ab, und außerdem muß die Kavität, um eine genaue Abformung zu erhalten, sauber, trocken und fettfrei sein (S a u e r w e i n , E. , 1976; 48).

Für Inlaykavitäten, die nicht unter das Zahnfleisch gehen, wird von M. H o f m a n n und P. L u d w i g (1968; 22) die Doppelmischabformung empfohlen. Er weist bei den gewonnenen Modellen nahezu Originaltreue auf.

Während das Korrekturabdruckverfahren nach E. K ö r b e r und H. L e h m a n n (1969; 28) beim hergestellten Modell eine Schrumpfung von durchschnittlich 0,09 mm zeigt.

H. J. B e r g e r , R. M a r x k o s und H. M e i n e r s (1973; 4) stellten eine Verkleinerung

der Stumpfmodelle beim Korrekturabdruck um 0,2 % (linear) fest. Als Ursache machten sie endogene Spannungen in den Duplizierungsmassen verantwortlich.

k. Fehlerquellen während der Laborarbeit

Die nächsten Fehlerquellen beinhalten:

Die Herstellung der Wachsmodelle, der Goldguß und das Verhalten der Einbettmasse.

Die Abkühlungsschrumpfung des Wachsmodells und der elastische Spannungsausgleich nach dem Abheben von der Kavität müssen zur Erreichung eines Präzisionsgusses berücksichtigt werden, fordert F u s a j a m a 1959 (13).

Allerdings ist die Abkühlkontraktion des Gußkörpers nach dem Guß von größerer Bedeutung.

Diese Volumenverringering ist bedingt durch die Erstarrungskontraktion beim Obertritt von der flüssigen zur festen Phase und aus der thermischen Kontraktion beim Abkühlen vom Liquiduspunkt (flüssig) bis zur Raumtemperatur. Die Angaben über das Ausmaß dieser Schwindung differieren im Bereich von 1,5 % bis 1,7 % linear (R i t t e r, H., 1980; 45).

Dieser Kontraktion des Metalls steht die Expansion der Einbettmassen gegenüber. Die Gesamtexpansion ergibt sich aus der Summe von Abbindeexpansion plus thermischer Expansion und liegt durchschnittlich zwischen 1,54 % und 1,64 % (R i t t e r, H., 1980; 45).

Auch E. S a u e r w e i n (48) beschäftigte sich 1976 mit der Volumenveränderung der verwandten Materialien. Er fand eine durchschnittliche Gesamtkontraktion des Gußkörpers von 1,70 % und dem gegenüber eine Expansion der Einbettmasse von ca. 1,61 %.

1. Randspalte als Maß der Gußgenauigkeit

Wie oben beschrieben hängt die Forderung nach einer guten Paßgenauigkeit des Gußstückes von mehreren Faktoren ab. Als Maß der Gußgenauigkeit gilt der unvermeidbare feine Randspalt zwischen Füllung und Kavitätenrand.

Schon 1957 nahm Weikart (60) Gußgenauigkeiten, die durch die Art der Verarbeitung und durch Temperaturunterschiede bedingt sind, von mindestens 1 % an. Bei einer MOD-Füllung mit 10 mm Durchmesser bedeuten 1 % Ungenauigkeit 100 u. Dieser Wert würde einer Spaltbreite von 50 u bedeuten und liegt höher, als die von ihm geforderte Gußpräzision von 10 u bis 25 u.

Dreyer Jørgensen (1958; 6) bezeichnet Spaltbreiten von bis zu 50 u als genügende klinische Präzision. Bei größeren Randspalten ist mit verstärktem Auftreten von Sekundärkaries zu rechnen (Rehberg, H. J., 1971; 42).

m. Einzementieren des Gußstückes beim Patienten und anschließendes Anfinieren

Heser (1949; 20) wies auf die Rolle des Zementes hin, der bei Gußfüllungen als Befestigungsmittel dient.

Ist der Befestigungszement zu steif angerührt oder schon zu weit abgebunden, läßt sich das Gußstück nicht mehr exakt in die Kavität einbringen (Sauerwein, E. 1976; 48). Auch durch Reste provisorischen Verschlußmaterials, die in der Kavität übersehen wurden, oder durch zu wenig ausgeübten Druck beim Einzementieren kann eine saubere Einpassung mißlingen und im Endeffekt ein zu hoch einzementiertes Inlay oder Onlay resultieren (Sauerwein, E., 1976; 48).

Die Dicke der zwischen Kavität und Gußstück ausgeflossenen Zementschicht beträgt laut *W e i k a r t* (60) und *F u s a j a m a* (13) 25 u bis 30 u.

Nach *W e i k a r t* (60) werden nach der Entfernung des Zementüberschusses Teile des im Spaltgebiet sitzenden Zementes herausgerissen. Zur Überbrückung des nun entstandenen Spaltes muß der Rand des Gußstückes an den Kavitätenrand anfiniert werden. Dazu empfiehlt *W e i k a r t* (60) den Gebrauch von Kugelpolierern und Finierern, um dann einen idealen Randschluß zu erreichen.

Die Forderung von *S o n n a b e n d* (52) nach einer Black'schen Kavitätenpräparation mit entsprechendem Federrand beweist auch hier ihre volle Gültigkeit, da sich so von vorneherein eine Verringerung der Spaltbildung erreichen läßt.

Einschränkend zitiert *S o n n a b e n d* (52) allerdings Untersuchungen von *C r a w f o r d* und *L a r s o n*, sowie von *S p r e t e r v. K r e u d e n - s t e i n*, die mit Hilfe radioaktiver Testlösungen zeigten, daß auch der bis heute sicherste Abschluß einer lege artis gelegten Gußfüllung das Eindringen der Testflüssigkeiten in den Spalt nicht verhindern kann.

Der Zementspalt unterliegt insbesondere im okklusalen Bereich der Nahrungsteilchenfraktion und dem ständigen Speichelfluß. Dadurch wird der Zement ausgewaschen und die Entstehung eines sekundären Spaltes erklärt.

Dieser Spalt muß beseitigt werden, da er sonst eine hervorragende Retentionsstelle zur Entstehung eines Kariesrezidivs bietet. Dem Anfinieren des Inlays nach der unvermeidbaren Auswaschung des Zementes kommt daher eine sehr große Bedeutung zu.

B Literaturübersicht

a. Einige bisher vorliegende Untersuchungs- methoden zu unserem Themenkreis

1961 prüften R. W. P h i l i p s , H. W. G i l m o r e , M. L. S w a r t z und S. I. S c h e n k e r (39) den Randschluß von Füllungen in vivo mittels radioaktivem Ca^{45} . Sie stellten fest, daß bei Amalgamfüllungen das Isotop anfänglich bereitwillig am Rande in die Tiefe eindringt, mit steigendem Alter der Amalgam-Restaurations sich aber diese Infiltration verringert.

B a u m g a r t n e r , W. J. und R. E. B u s t a r d (1963; 3) wählten zur Bestimmung der Randdichte von Amalgamfüllungen ebenfalls die oben beschriebene Methode. Mit einem radioaktiv markierten Stoff (in diesem Fall J^{131}) untersuchten sie Amalgamfüllungen, die 5 Jahre alt waren, auf die Lokalisation der größten Undichte und somit des größten Randspaltes.

Sie kamen zu dem Schluß, daß häufigste Undichte und größter Randspalt im Vergleich zur zentralen Füllung am marginalen Rand der Kavität zu finden seien.

Die Ursache lag ihrer Meinung nach in der ungenügenden Verteilung des Stopfdruckes gegen alle drei Wände der Approximalkavität.

A. G y ö r g y (14) untersuchte 1965 500 Amalgamfüllungen mit Spiegel und Sonde auf Randspaltverhalten. Obwohl 32,8 % der von ihm geprüften Füllungen einen schlechten Randschluß aufwiesen, stellte er fest, daß bei sorgfältiger Arbeit des Zahnarztes die Amalgamfüllung einen guten Kavitätenverschluß darstellt.

An 25 Schliffpräparaten von extrahierten Zähnen zeigte er außerdem, daß ein ausgeprägter durchgehender Spalt zwischen Zahn und Füllung nur bei Zähnen mit Kariesrezidiven zu finden sei.

1966 verglich H. M. A l b e r t (1) die Spaltbreiten und -tiefen von Amalgamfüllungen mit Spaltbreiten und -tiefen von Goldgußfüllungen in Abhängigkeit von ihrer Liegedauer. Sie untersuchte die okklusalen Füllungsanteile mittels Silaplast-Silasoft Abformungen. Diese Abformungen wurden in Scheiben zerschnitten und mit Hilfe eines Meßmikroskopes der Fa. ZEIS ausgemessen.

Im Resümee dieser Arbeit stellten sich Gußfüllungen den Amalgamfüllungen hinsichtlich Randschluß überlegen dar. Sie gewährleisteten auch über einen längeren Zeitraum einen Erfolg der Therapie.

M. H u n k i r c h e n (1968; 24) untersuchte in der Bonner Universitätszahnklinik proximale und zervikale Amalgamfüllungen klinisch mit der Sondenprobe und teilweise röntgenologisch. Anhand von Schnittpräparaten prüfte er mikroskopisch alio loco extrahierte Zähne auf Randspalt und Stufenbildung am Übergang von Zahn zu Füllung.

In dieser Diskussion wird festgestellt, daß seine gefundenen Ergebnisse weitgehend mit den Angaben vieler Autoren übereinstimmen. 21,0 % proximalen und 11,0 % der zervikalen Füllungen stufte er als mangelhaft oder schlecht ein.

Den Vergleich zwischen Sekundärkariesfrequenz von Amalgam- und Gußfüllungen stellte E. W e h n e r (59) 1969 in Berlin dar.

Sie beschränkte sich bei einflächigen Füllungen auf die Inspektion mit Spiegel und Sonde, während zwei- und mehrflächige Füllungen zusätzlich geröntgt wurden.

Bei den Einflächigen zeigte der Vergleich zwischen Amalgam und Goldguß keinen Unterschied, während bei zwei- und besonders bei drei- und mehrflächigen Füllungen das Inlay besser abschnitt.

Die Arbeit von M. S y r y n s k a (1973; 55) griff die Frage auf, welches Füllmaterial in Bezug auf

Randschluß am ehesten indiziert sei.

Bei den geprüften Materialien handelte es sich um Zement-, Silberamalgam- und Goldgußfüllungen. An 135 extrahierten Zähnen konnten die Autoren mittels Lichtmikroskopischer Befunde nachweisen, daß die Amalgamfüllung ein gutes Füllmaterial darstelle. Allerdings hätte die Politur entscheidenden Einfluß auf den Randschluß. Den schlechtesten Verschluß stellt die Zement-, den optimalsten die Gußfüllung dar.

Elektronenmikroskopische Untersuchungen der Grenzfläche zwischen Restaurationen und Kavitätenrändern stellten 1976 D. S. S a l t z b e r g , C e r a v o l o , F. J. ; H o l s t e i n , F. ; G r o o m , G. und R. G o t t s e g e n an.

Die Untersuchungen wurden an extrahierten Zähnen, die mit Composites, Amalgam oder Goldinlays gefüllt waren, durchgeführt.

Es ergab sich bei klinisch sauber gelegten Composites und Amalgamfüllungen eine durchschnittliche Randspaltbreite von 5 - 20 u. Dieser Randspalt reichte offensichtlich bis in die Tiefe der Kavität. Eine genaue Tiefenmessung wurde nicht vorgenommen.

Die Spaltbreite bei Goldinlays betrug 15 - 30 u, wobei die Spalttiefe auch hier nicht erfasst wurde.

Die Tiefenausdehnung eines Randspaltes bei Goldgußfüllungen hängt von dem verwendeten Befestigungszement und dessen Widerstandsfähigkeit im Mundhöhlenmilieu ab.

Aufgrund dieser Überlegung testeten 1976

J. T. A n d r e w s und J. H. H a n b r e e (2) die marginale Festigkeit von vier verschiedenen Befestigungszementen.

An sechs Hunden wurden Klasse V Inlays mit den verschiedenen Zementen eingesetzt, und die Eindringtiefe von radioaktiven Kalziumionen in den Zement gemessen.

Keiner der verwendeten Zemente vermochte das Eindringen von dem radioaktiv markierten Stoff zu verhindern. Die geringste Eindringtiefe wurde bei Karboxylat und Zinkphosphatzementen gemessen.

Beide Autoren empfehlen daher deren Verwendung.

Mit einem ähnlichen Thema beschäftigte sich 1979 H. S c h w i c k e r a t h (50) in seiner Arbeit. Er schrieb über Randspalt und Löslichkeit von Befestigungszementen.

An extrahierten Zähnen wurde XANTROPREN-blau sorgfältig unter Druck in die Zementfüllung eingestrichen, der so erhaltene Abdruck lichtmikroskopisch auf Spaltbreite und Tiefe hin vermessen.

Das Ergebnis war, daß bei Zunahme der Spaltbreite um 0,1 mm eine erhöhte Spalttiefe von ca. 0,067 mm zu erwarten sei.

Auch S c h w i c k e r a t h kommt schließlich zu dem Resultat, Zinkphosphatzement als Befestigungsmittel zu verwenden, da der Substanzverlust dieses Materials im Vergleich zu anderen Materialien in der Mundhöhle am geringsten sei.

H a m m e r , B. und P. H o t z (1979; 15) inspizierten bei klinischen Nachkontrollen mit Spiegel und Sonde ein- bis fünfjährige Amalgamfüllungen auf Randspaltverhalten. Die Untersuchungen wurden am Patienten durchgeführt; Röntgenaufnahmen wurden nicht angefertigt.

Ein Randschluß wurde als "gut" bezeichnet, wenn ein spürbarer Übergang von Füllung zu Zahn klinisch nicht erfaßbar war. Ein "schlechter" oder unbefriedigender Randschluß lag bei einem feststellbaren Randspalt und bei sondierbarem Ober- oder Unterschuß am Übergang von Kavitätenrand zu Füllung vor.

Bei fünfjährigen Amalgamfüllungen wiesen 56,0 % einen "schlechten" Randschluß auf, was auf materialtypische Kriech- und Flow-Eigenschaften zurückzuführen wäre.

C Eigene Untersuchungen

a. Material und Methodik

Es wurden von uns insgesamt 454 Füllungen auf Randspaltbreite und Tiefe hin untersucht. Davon entfielen 235 auf Goldguß und 219 auf Amalgamfüllungen. Es wurden nur solche Füllungen kontrolliert, die zwischen einem halben Jahr und höchstens 8 Jahre alt waren.

Um eine Aussage über das Randspaltverhalten der Amalgam- und Goldgußfüllungen und über ihre Veränderung im Laufe der Zeit treffen zu können, wurden in der Poliklinik für Zahnerhaltung in der Universitätszahnklinik in München gelegte, und außerhalb der Zahnklinik applizierte Füllungen anhand von Messungen mittels Lichtmikroskop untersucht.

Um die zu untersuchenden Zähne unseren Messungen zugänglich zu machen, bedienten wir uns des Korrektur-Abdruck-Verfahrens.

Verwendet wurden Kunststoffabdrucklöffel, "Optosil" für den ersten Abdruck und "Xanthopren-blau" für den Korrekturabdruck.

Die Abformgenauigkeit vom Korrektur-Abdruck-Verfahren mit Entlastungsrillen im Futter wird von B. M. R a u (1975; 41) mit einer Gesamtabweichung von $\pm 0,25 \%$ angegeben.

Die Abdrücke wurden mit Hartgips (Vel-Mix-Stone) ausgegossen.

Das Expansionsverhalten solcher Dentalgipse liegt nach Untersuchungen von K. E i c h n e r (1960; 8) bei nur $0,2 - 0,6 \%$. Es wird daher eine recht hohe Modellgenauigkeit garantiert.

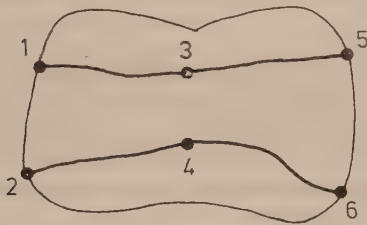
Es lassen sich mit der oben beschriebenen Anformmethode und der Art der Modellherstellung nur die Spalte von okklusalen Füllungsanteilen ermitteln. Spaltbildungen der zervikalen Stufe, besonders im vollbezahnten Kiefer, können nicht erfaßt werden.

b. Auswertung der Gipsmodelle

Die Größe der Spaltbreiten und -tiefen wurden mittels eines Auflichtmikroskopes der Firma ZEISS gemessen, ausgerüstet mit einem 4-fach vergrößernden Objektiv und 10-fachem Meßokular. Das entsprach einer 40-fachen Gesamtvergrößerung.

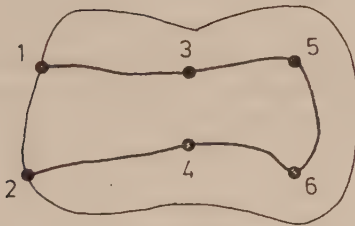
Bei dieser Vergrößerung entsprach eine Skaleneinheit im Okular einem Wert von 25 μ . Um einen durchschnittlichen Meßwert der Spaltbreiten jeder Füllung zu erhalten, wurde jede an sechs gleichermaßen definierten Punkten gekennzeichnet (vergleiche Abbildungen),

Bild I



occlusale Füllung
(1-flächig) und
MOD-Füllung
(3-flächig)

Bild II

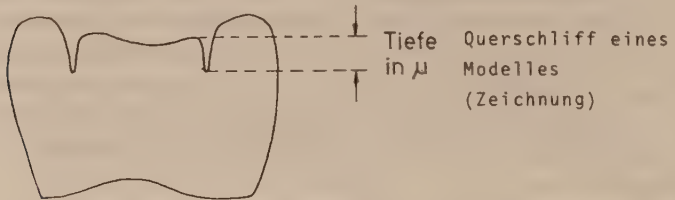


2-flächige
Füllung

und unter dem Auflichtmikroskop mit der im Okular befindlichen Skaleneinteilung an den oben abgebildeten Stellen zunächst die Spaltbreite vermessen.

Um die Aussage über die Spalttiefe machen zu können, wurde jede Füllung bis zu den Stellen hin beschliffen, die, wie oben ersichtlich, bereits okklusal vermessen waren.

Bild III



Wir erhalten demnach ebenfalls sechs Meßwerte zur Tiefenbestimmung.

Zur Erleichterung der späteren Auswertung wurde aus den Einzelwerten gegenüberliegende Meßpunkte jeweils das arithmetische Mittel gebildet. So resultierten pro Füllung 3 Tiefen- und 3 Breitenwerte, was bei einer Anzahl von 454 untersuchten Fällen insgesamt 2724 Mittelwerten entsprach.

c. Meßergebnisse

Die hier gemachten Breiten- und Tiefenmessungen von Spalten zwischen Füllungen und Kavitätenrand können als Stichproben eines Gesamtkollektivs angesehen werden. Diese Stichproben wurden in acht Teilgruppen von 219 Amalgamfüllungen und ebenfalls acht Teilgruppen von insgesamt 235 Goldgußfüllungen ja nach Liegedauer eingeteilt.

Um eine Grafik aus der Summe aller Einzelwerte erstellen zu können, wurde aus jeder Teilgruppe das arithmetische Mittel und die Standardabweichung als Maß für die Streuung zum Mittelwert errechnet.

Bei einer statistisch repräsentativen Aussage über unsere Teilgruppen soll die Grundvoraussetzung einer Gaußverteilung erfüllt sein.

Die Häufigkeit der Werte in den Teilgruppen entsprach nicht der Normalverteilung (Gauß'sche Kurve), da wir uns entschlossen hatten, auch die Fälle mit Spaltbreite "0" in unsere Berechnungen mit einzubeziehen.

Mit diesem Vorbehalt wurde die Differenz der Mittelwerte zwischen Amalgam- und Gußfüllungen nach dem T-Test auf Signifikanz geprüft.

Bei der Anwendung des T-Testes auf 4- und 6-jährige Amalgam- und Goldgußfüllungen bestätigte sich der aus Kurve 5 und 6 bereits ersichtliche Unterschied nun auf einem Signifikanzniveau von 0,1 %.

Diese Aussage läßt sich aber nur dann bekräftigen, wenn man darauf vertraut, daß der T-Test in diesem Falle gegen Verletzung der Voraussetzung (Gaußverteilung) robust ist.

1. Meßwerte Amalgamfüllungen

Wie aus Tabelle 1 und Abbildung 1 ersichtlich ist, kann man ein Ansteigen der mittleren occlusalen Spaltbreiten im Laufe von neun Jahren von 28,5 μ auf 358,5 μ feststellen.

Auffallend ist die Spaltbreitenzunahme von 90,1 μ auf 155,5 μ bei zwei- und dreijährigen Füllungen und die Erhöhung der Spaltbreite bei vier- bis sechsjährigen Füllungen von 197,1 μ auf 308,7 μ .

Tabelle 1

Alter in Jahren	1/2	1	2	3	4	6	7	9
Zahl der Meßpunkte	96	57	105	102	102	90	63	42
Durchschnittswert in μ m	28,51	76,74	90,11	155,51	197,18	308,73	314,20	358,5
Standardabweichung μ m	59,98	109,02	87,54	112,48	130,29	14,35	15,63	162,9

Abbildung 1

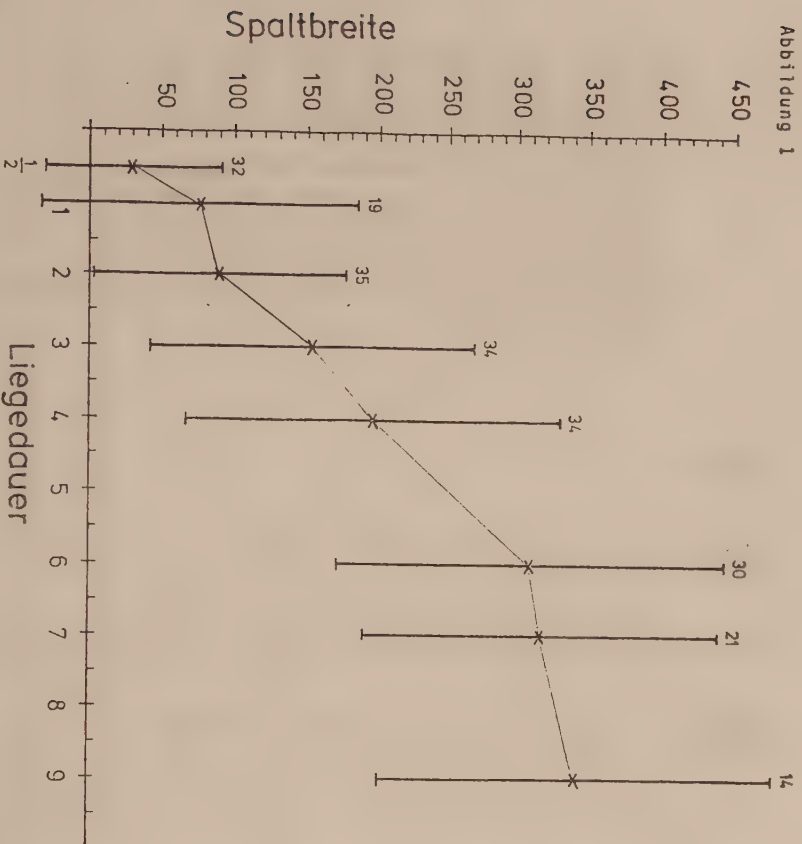


Abb. 1: Amalgam okklusal
Es wurden die Mittelwerte von Spaltbreiten in (μm) gegen die Liegedauer der Füllung in Jahren aufgetragen.

Die untersuchte Anzahl der Füllungen pro Altersgruppe ist über der eingezeichneten Standardabweichung (durchgezogener senkrechter Balken) in arabischen Ziffern aufgeführt.

x-x: Die Verbindung der Mitterwerte ergibt die ersichtliche Kurve.

Die hohe Anzahl der Spaltbreiten "0" täuscht das Ergebnis "negativer Spaltbreiten" bei der Standardabweichung 1/2- und 1-jähriger Füllungen vor.

Tabelle 2 und Abbildung 2 veranschaulichen uns die Zunahme der mittleren occlusalen Spalttiefen innerhalb von neun Jahren von 10,1 μ auf 236,1 μ .

Auffällig ist hier die plötzliche Zunahme der Meßwerte bei drei- bis vierjährigen Füllungen von 87,0 μ auf 130,6 μ und die Spalttiefenzunahme bei vier- bis sechsjährigen Füllungen von 130,6 μ auf 198,7 μ , was aber, wie oben beschrieben, für diese Altersgruppe symptomatisch ist.

Tabelle 2

Alter in Jahren	1/2	1	2	3	4	6	7	9
Zahl der Meßpunkte	96	57	105	102	102	90	63	42
Durchschnittswerte in μm	10,16	36,94	55,56	87,09	130,61	198,78	208,38	236,16
Standardabweichung μm	23,97	48,20	51,75	62,03	87,62	93,26	77,86	92,51

Abbildung 2

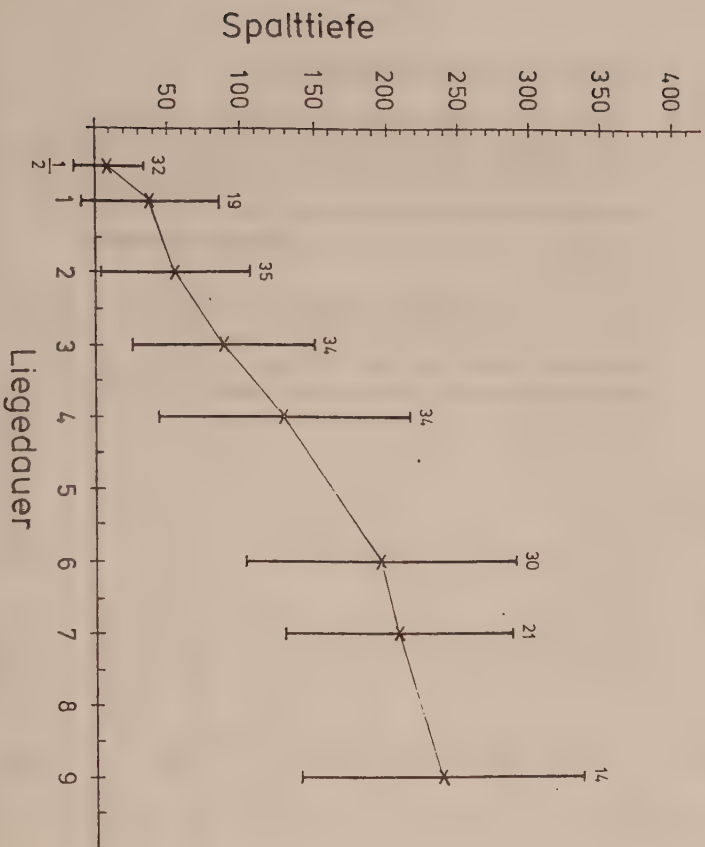


Abb. 2: Amalgam okklusal
Es wurden die Mittelwerte von Spalttiefen in μm gegen die Liegedauer der Füllungen in Jahren aufgetragen.

Die untersuchte Anzahl der Füllungen pro Altersgruppe ist über der eingezeichneten Standardabweichung (durchgezogene senkrechter Balken) in arabischen Ziffern aufgeführt.

x--x: Die Verbindung der Mittelwerte ergibt die ersichtliche Kurve.

Die hohe Anzahl der Spaltbreiten "0" täuscht das Ergebnis "negativer Spaltbreiten" bei der Standardabweichung 1/2- und 1-jähriger Füllungen vor.

2. Meßwerte Goldgußfüllungen

Tabelle 3 und Abbildung 3 zeigen die Veränderung der Spaltbreiten von Goldgußfüllungen in einem Zeitraum von 1/2 bis 8 Jahren. Es wurde eine mittlere occlusale Spaltbreitenzunahme von 21,4 μ bei 1/2-jährigen auf 102,8 μ bei 8-jährigen Füllungen gemessen.

Nach einem Anstieg der Breite von 21,4 μ auf 68,8 μ in den ersten 2 Jahren sinken die durchschnittlichen Meßwerte wieder auf 46,1 μ nach 3 Jahren, um erst wieder bei den 8-jährigen auf immerhin 102,8 μ anzusteigen.

Tabelle 3

Alter in Jahren	1/2	1	2	3	4	5	6	8
Zahl der Meßpunkte	54	81	135	141	99	69	45	66
Durchschnittswerte in μ m	21,46	64,18	68,85	46,17	44,59	60,53	49,15	102,85
Standardabweichung μ m	31,90	46,06	44,25	44,30	48,52	56,36	45,31	83,09

Abbildung 3

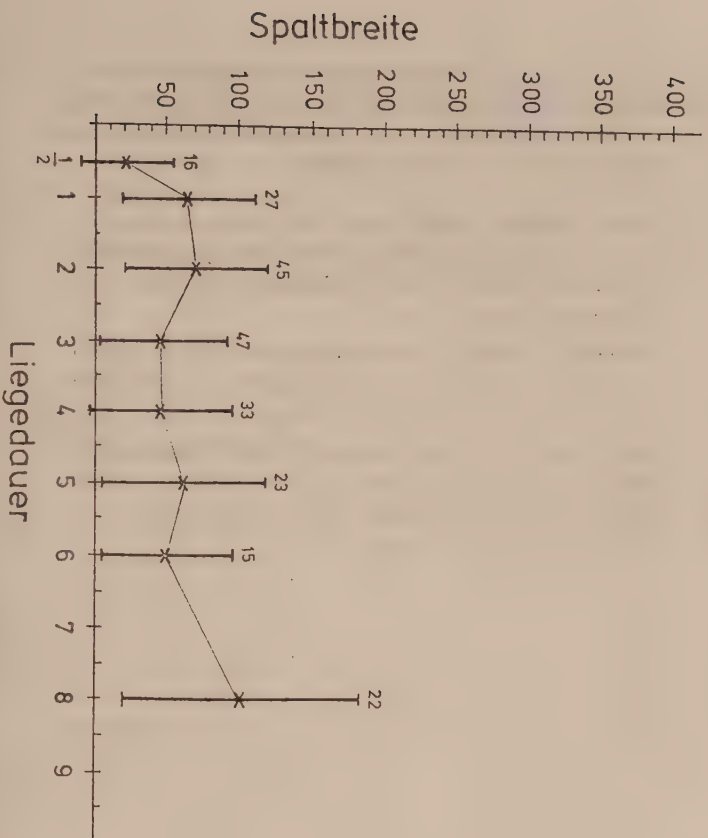


Abb. 3: Inlay okklusal

Es wurden die Mittelwerte von Spaltbreiten in μ gegen die Liegedauer der Füllung in Jahren aufgetragen.

Die untersuchte Anzahl der Füllungen pro Altersgruppe ist über der eingezeichneten Standardabweichung (durchgezogene senkrechter Balken) in arabischen Ziffern aufgeführt.

x--x: Die Verbindung der Mittelwerte ergibt die ersichtliche Kurve.

Die hohe Anzahl der Fälle mit der Spaltbreite "0" täuscht das Ergebnis "negativer Spaltbreiten" bei der Standardabweichung 1/2- und 4-jähriger Füllungen vor.

Der plötzliche Anstieg bei den 8-jährigen Füllungen auf 102,8 μ Spaltbreite findet seine Erklärung in dem Aufbiegeeffekt der Goldgußfüllung bei einem zu schwachen occlusalen Isthmus.

Diesen Gedanken formulierte Ch. D u n c k e r (1979; 7) im Zusammenhang mit klinischen Untersuchungen über den Zustand approximaler Flächen von Goldgußfüllungen.

Durch die ständige Kaubelastung auf dem eventuell zu schwach gestalteten Isthmus kommt es zum approximalen Rande hin zu einem Aufbiegen der Metallfüllung.

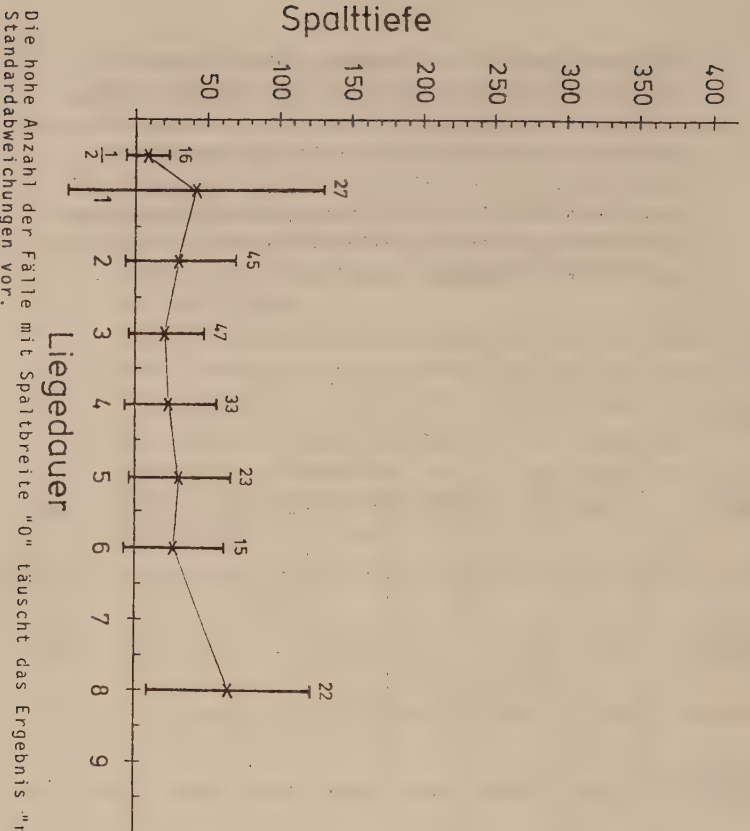
Somit wäre eine Retentionsstelle für Plaque und Nahrungsreste geschaffen, die zur Sekundär-Kariesbildung und einer Randspaltverbreiterung und -vertiefung führen kann.

Wie auf Tabelle 4 und Abbildung 4 zu erkennen ist, steigt die mittlere Spalttiefe der Goldgußfüllungen im ersten Jahr von $8,7 \mu$ auf $41,3 \mu$, um dann wieder bei 2-jährigen Füllungen auf $32,3 \mu$ abzusinken. Erst bei 8-jährigen Füllungen steigt die Spalttiefe plötzlich auf $67,0 \mu$ an, bedingt durch die geringe Zahl der beobachteten Fälle, die wahrscheinlich einer zufälligen Schwankung unterliegen.

Tabelle 4

Alter in Jahren	1/2	1	2	3	4	5	6	8
Zahl der Meßpunkte	54	81	135	141	99	69	45	66
Durchschnittswerte in μ m	8,77	41,30	32,34	22,33	24,21	31,65	27,24	67,03
Standardabweichung μ m	14,93	90,60	38,79	26,32	31,68	35,37	34,86	57,23

Abbildung 4



Die hohe Anzahl der Fälle mit Spaltbreite "0" täuscht das Ergebnis "negativer" Standardabweichungen vor.

Abb. 4: Inlay okklusal
Es wurden die Mittelwerte von Spalttiefen in μ ... gegen die Liegedauer der Füllung in Jahren aufgetragen.
Die untersuchte Anzahl der Füllungen pro Altersgruppe ist über der eingezeichneten Standardabweichung (durchgezogener senkrechter Balken) in arabischen Ziffern aufgeführt.
x--x: Die Verbindung der Mittelwerte ergibt die ersichtliche Kurve.

3. Amalgamfüllungen und Goldgußfüllungen im Vergleich

Tabelle 5 und Abbildung 5 zeigen uns die Veränderung der mittleren occlusalen Spaltbreite von Amalgamfüllungen und Goldgußfüllungen im Vergleich.

In den ersten 2 Jahren steigt die Spaltbreite bei Amalgamfüllungen von $28,5 \mu$ auf $90,1 \mu$ und die der Goldgußfüllungen von $21,4 \mu$ auf $68,8 \mu$.

Auch bei den 3-jährigen Füllungen ist die Differenz nicht signifikant, was wohl auf die geringe Anzahl untersuchter Goldgußfüllungen in dieser Teilgruppe zurückzuführen ist.

Bis dahin ist die Amalgamfüllung der Goldgußfüllung nahezu ebenbürtig.

Doch schon bei den 4-jährigen ($44,5 \mu$ Inlay - $197,1 \mu$ bei Amalgam) und erst recht bei den 6-jährigen Füllungen ($49,1 \mu$ Inlay - $308,7 \mu$ bei Amalgam) ist die Differenz sehr groß.

Ein bei diesen Altersgruppen durchgeführter T-Test bestätigte die bereits aus Kurve 5 und Tabelle 5 ersichtlichen Unterschiede auf einem Signifikanz-Niveau von 0,1 %.

Der direkte Vergleich bei 5-, 7-, 8- und 9-jährigen Füllungen war nicht möglich, da diese Felder bei Guß- oder Amalgamfüllungen nicht gleichzeitig besetzt sind (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5

Alter in Jahren	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Amalgam in μm . Durchschnittswerte	28,51	76,74	90,11	155,51	197,18	—	308,73	314,20	—	358,5
Inlay in μm . Durchschnittswerte	21,46	64,18	68,85	46,17	44,59	60,53	49,15	—	102,85	

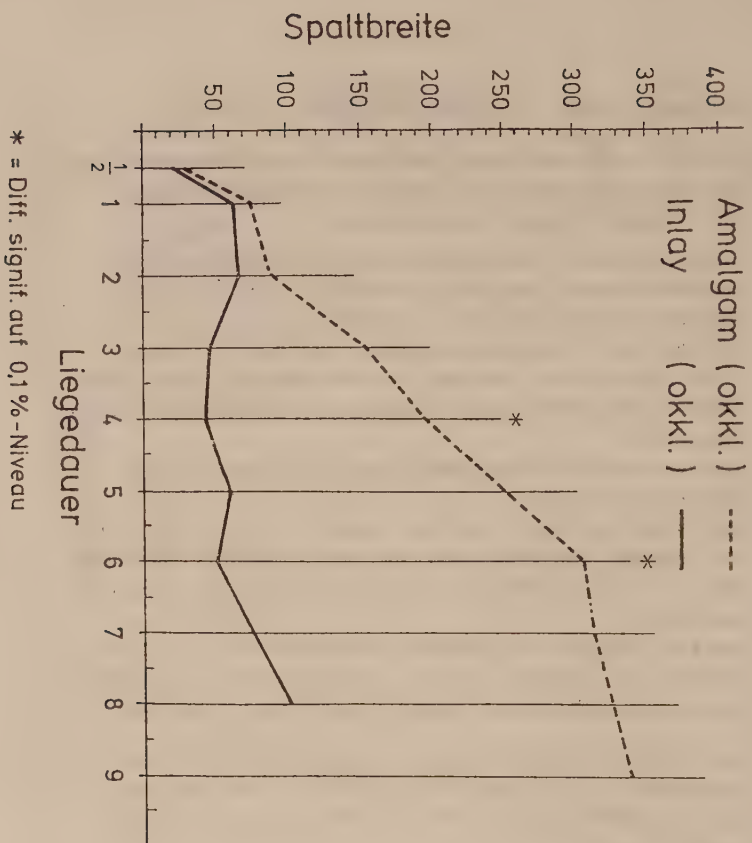


Abb. 5

Vergleich zwischen den Spaltbreiten von Amalgam- und Goldgußfüllungen

Es wurden die Mittelwerte von Spaltbreiten in μm gegen die Liegedauer der Füllungen in Jahren aufgetragen.

*: Altersgruppen, bei denen der T-Test durchgeführt wurde.

Die Tabelle 6 und die Abbildung 6 geben uns Aufschluß über die Veränderung der mittleren okklusalen Spalttiefe bei Amalgamfüllungen und Goldgußfüllungen in Abhängigkeit von ihrer Liegedauer.

Auch hier zeigt sich am Anfang kein großer Unterschied zwischen der Amalgamfüllung (von 10,1 μ bei 1/2-jährigen auf 36,9 μ bei 1-jährigen) und der Goldgußfüllung (von 8,7 μ bei 1/2-jährigen auf 41,3 μ bei 1-jährigen).

Doch schon bei den 4-jährigen (bei Amalgam 130,2 μ , bei Inlays 24,2 μ) und auch bei den 6-jährigen Füllungen (Amalgam 198,7 μ , bei Inlays 27,2 μ) ist der Unterschied gewaltig.

Der hier ebenfalls durchgeführte T-Test ergab Differenzen auf dem Niveau von 0,1 %. Auch hier gibt die Abbildung keinen direkten Aufschluß darüber, daß ein Vergleich bei 5-, 7-, 8- und 9-jährigen Füllungen nicht möglich war (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6

Alter in Jahren	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Amalgam in μ m Durchschnittswerte	10,16	36,94	55,56	87,09	130,61	---	198,78	208,38	---	236,16
Inlay in μ m Durchschnittswerte	8,77	41,30	32,34	22,33	24,21	31,65	27,24	---	67,03	---

Durchschnittswerte: Mittelwerte der okklusalen Spalttiefen inclusive der 0-Werte.

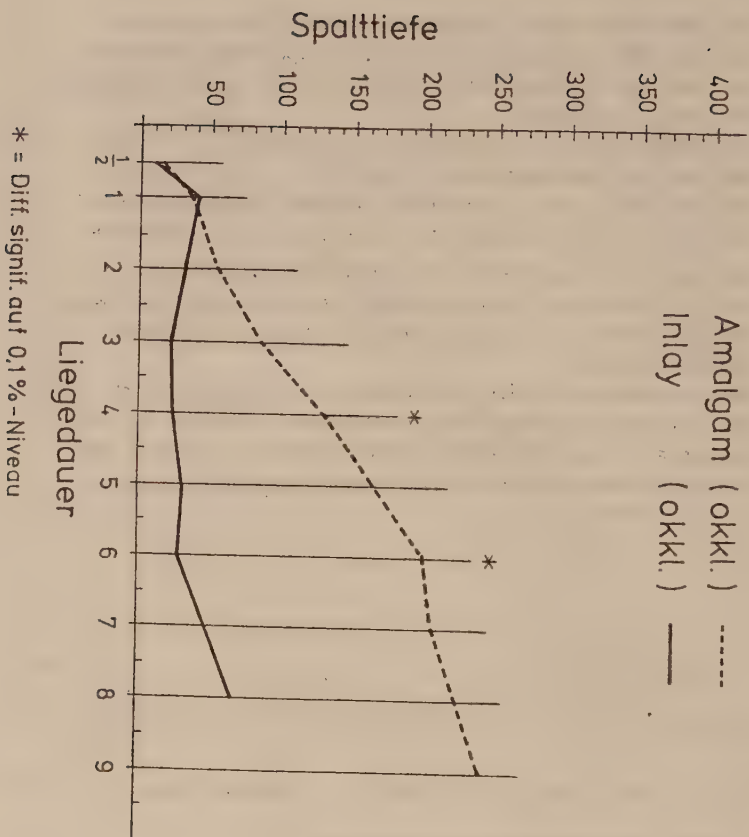


Abb. 6:

Vergleich zwischen den Spalttiefen von Amalgam- und Goldgussfüllungen

Es wurden die Mittelwerte von Spalttiefen in ... gegen die Liegedauer der Füllungen in Jahren aufgetragen.

: Altersgruppen, bei denen der T-Test durchgeführt wurde.

III. Kritische Auswertung der Ergebnisse

A Amalgamfüllungen

Insgesamt werteten wir 219 Amalgamfüllungen mit 2628 Einzelmeßpunkten aus.

Die hohen Streubreiten der Einzelwerte um den Mittelwert können darauf zurückgeführt werden, daß die Füllungen zum Teil in verschiedenen freien Praxen oder in anderen Kliniken hergestellt wurden.

Es ließ sich also nichts über die Verarbeitungs- und Herstellungsmethoden der Amalgamfüllungen ermitteln.

Auch H. M. A l b e r t (1966; 1) konnte bei ihren Untersuchungen über die Verarbeitungs- und Herstellungsmethoden keine Angaben machen.

Daher bietet sich ein Vergleich ihrer Ergebnisse mit den Resultaten unserer Untersuchungen geradezu an.

Die mittlere Spaltbreite occlusaler 1-jähriger Amalgamfüllungen betrug bei ihr 161 μ , während die Durchschnittswerte unserer untersuchten Amalgamfüllungen in der gleichen Altersgruppe bei 76 μ lagen.

Auch bei den Spalttiefenuntersuchungen der gleichen Altersgruppe war der ermittelte Durchschnittswert von H. M. A l b e r t fast doppelt so groß (72 μ) wie unser erzielttes Ergebnis von 37 μ .

Bei den 6-jährigen Amalgamfüllungen ist der Unterschied ebenfalls recht auffällig.

So erhielt H. M. A l b e r t eine mittlere occlusale Spaltbreite von 438 μ , während wir mit 308 μ immerhin um 130 μ günstiger lagen.

Nur bei den Spalttiefenmessungen dieser Altersgruppe war die Differenz der ermittelten Durchschnittswerte relativ gering (H.M. Albert: 217 μ - unsere Untersuchungen: 199 μ).

Welche Ursachen haben nun das Randspaltverhalten unserer untersuchten Amalgamfüllungen beeinflusst?

Jatrogrene Faktoren wie Stopfdruck und eventuelle Feuchtigkeit der Kavität begünstigen die Korrosion des Amalgams.

Ist die Füllung nicht poliert worden, kommt es schon nach kurzer Einwirkdauer des Mundmilieus zur Aufrauung der Oberfläche und somit zu einer noch größeren Korrosionsanfälligkeit der Füllung (S t r a s s b u r g und Ö z k a n , 1965; 54) Diese Ursachen in Verbindung mit einer nicht fachgerechten Trituration des Quecksilber-Alloy-Gemisches bestimmen das Volumenverhalten der Füllung.

So könnte die plötzliche Spaltbreiten- und -tiefenzunahme, die bei unseren Untersuchungen bei 2- bis 3-jährigen Füllungen auffällt, durch die oben genannten Faktoren erklärt werden.

Schon A. W i t z e l (63) wies in diesem Zusammenhang auf eine verstärkte Kontraktion und vermehrte Spaltbildung 2- bis 3-jähriger Füllungen hin.

Weiterhin fällt die plötzliche Spaltbreitenzunahme bei 4- und 6-jährigen Füllungen auf. Durch das ungünstige Korrosions- und Volumenverhalten 2- bis 3-jähriger Amalgame kann die Füllung aus der Kavität hervorstechen. Die Randpartien heben ab und werden im Laufe der Zeit durch den Kauakt abgenutzt und brüchig.

Eine Spaltbreiten- und -tiefenzunahme ist durch dann auftretende Sekundärkaries, die aufgrund vermehrter Retentionsmöglichkeiten für Speisereste und Plaque entstehen kann, vielleicht zu erklären.

Abgesehen von der metallspezifischen Eigenschaft zu korrodieren (siehe oben), liegt die Ursache für eine vermehrte Spaltbildung der Amalgamfüllung zum Teil beim behandelnden Zahnarzt.

B Goldgußfüllungen

Wir untersuchten insgesamt 235 Goldgußfüllungen, was 2820 Einzelmeßpunkten entsprach. Bezüglich der Paßgenauigkeit von Gußfüllungen direkt nach dem Einzementieren gaben S o b k o w i a k (1964; 51) eine Höchstspaltbreite von $50\text{ }\mu$ und R i e t h e (1963; 44) in Abhängigkeit vom Einfluß verschiedener Abdruckmaterialien und Modellwerkstoffe Paßgenauigkeitswerte zwischen $30\text{ }\mu$ und $129\text{ }\mu$ an.

Auch R i e d e l (1965; 43) beschäftigte sich mit dem Randspaltverhalten frisch eingesetzter Gußfüllungen.

Er ermittelte Spaltbreitenwerte im okklusalen Bereich zwischen $47\text{ }\mu$ und $56\text{ }\mu$.

Bei den eigenen klinischen Nachuntersuchungen konnten die Randspalte nicht direkt nach dem Zementieren der Füllungen gemessen werden, was wiederum den direkten Vergleich zwischen den Resultaten unserer Untersuchungen und der Arbeit von H. M. A l b e r t (1966;1) nahelegt, denn sie mußte in diesem Fall von den gleichen Voraussetzungen ausgehen.

So erhielt A l b e r t (1966; 1) bei 1-jährigen Goldgußfüllungen eine mittlere okklusale Spaltbreite von $118\text{ }\mu$ und eine Spalttiefe von $55\text{ }\mu$, während bei 6-jährigen Gußfüllungen die Spaltbreite auf durchschnittlich $262\text{ }\mu$ und die Spalttiefe auf $114\text{ }\mu$ angestiegen war.

Die Werte unserer Untersuchungen lagen bei $64\text{ }\mu$ mittlerer Spaltbreite und $41\text{ }\mu$ mittlerer Spalttiefe bei 1-jährigen Füllungen, wobei die Resultate 6-jähriger Gußfüllungen interessanterweise $49\text{ }\mu$ (Spaltbreite) und $27\text{ }\mu$ (Spalttiefe) betrugen.

Wie kann man ein solches Randspaltverhalten erklären?

Der Anstieg der Meßwerte sowohl Spaltbreite als auch -tiefe ist auf das Auswaschen des Zementspaltes durch Speichelfluß, mechanischer Abraision und der Nahrungsteilchenfraktion zurückzuführen.

Bei den 2- bis 3-jährigen Füllungen sinken die Meßwerte ab, was zweifellos durch das Anfinieren der Goldgußfüllungen nach der Zementauswaschung zu erklären ist (siehe oben).

So spielen die verwendeten Zemente im Hinblick auf das Randspaltverhalten noch eine Rolle.

Der häufig verwandte Zinkphosphatzement unterliegt selbst während der Aushärtungsphase einer Schrumpfung von $5 - 7 \mu / \text{cm}$ (K. E i c h n e r, 1960; 8), und ist somit für die Spaltbildung von Bedeutung.

Neben einer fehlerhaften Kavitätengestaltung hängt die Entstehung der Primärspalten von der Herstellungsmethode des Gußstückes ab.

Die hier untersuchten Inlays waren zwar alle im indirekten Verfahren hergestellt, wiesen aber bei den 8-jährigen Füllungen einen Anstieg der Spaltbreite und -tiefe auf. Dies ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß die Abdruck- und Gußmethoden in dieser Zeit noch nicht so verfeinert waren, wie es heute der Fall ist.

C Amalgamfüllungen und Goldgußfüllungen im Vergleich:

H. M. A l b e r t (1) stellte bereits 1966 fest, daß die Gußfüllung der Amalgamfüllung überlegen sei. Dazu einschränkend bemerkte E. S a u e r w e i n (48) 1976, daß eine tadellose Amalgamfüllung einen besseren Kavitätenverschluß als eine durchschnittliche Goldgußfüllung darstelle.

Das Resümée unserer Arbeit stellt eine Kombination zwischen den oben genannten Positionen dar.

Während der ersten 2 - 3 Jahre steigt der Mittelwert der Spaltbreite bei Amalgamfüllungen um das 3,16-fache, während der Wert der Goldgußfüllungen um das 3,20-fache ansteigt.

Die Amalgamfüllung ist der Goldgußfüllung innerhalb dieser Zeitspanne also nahezu ebenbürtig, was auch für die ermittelten Spalttiefenwerte gilt.

Es ist jedoch zu beachten, daß die ermittelten Werte nur für den okklusalen Bereich repräsentativ sind.

Die Frage des Randspaltverhaltens im approximalen Bereich wurde von R. H a n s e n (1981; 16) bereits ausreichend erörtert.

Erst bei 4-jährigen und spätestens bei den 6-jährigen Füllungen zeigt die Goldgußfüllung ihre Überlegenheit. Die günstige Oberflächenbeschaffenheit und das homogenere Gefüge der Gußfüllung sorgen für Unempfindlichkeit gegenüber dem Mundmilieu und für Volumenkonstanz.

Während die Amalgamfüllung eben diese Eigenschaften nicht besitzt, ist eine Verschlechterung des Randspaltverhaltens nach dem oben genannten Zeitraum logisch zu erklären.

Der bei 4- und 6-jährigen Füllungen durchgeführte T-Test belegte die dominierende Stellung der Goldgußfüllung eindrucksvoll auf einem Signifikanzniveau von 0,1 %.

In der Literatur werden noch andere Gründe für die Überlegenheit der Gußfüllung angegeben.

Unter anderem meinen P a n t k e und H o r n (1966;37) und H. M. A l b e r t (1966; 1), daß eine zweifellos sorgfältigere Kavitätenpräparation und eine bessere Kontaktpunktgestaltung zu den Nachbarzähnen (R. K l u g e , W. B i n u s , 1967; 26) für die höhere Dauerhaftigkeit der Gußfüllung ausschlaggebend sind.

Während die Spaltbreite und -tiefe bei Amalgamfüllungen innerhalb unseres untersuchten Zeitraumes weiter ansteigt, bleiben die Werte bei Goldgußfüllungen nahezu konstant.

Die Amalgamfüllung hat ihre Berechtigung allerdings auch heute noch, denn sie ist während der ersten Liegephase von 2 - 3 Jahren der Gußfüllung mindestens ebenbürtig und außerdem vom wirtschaftlichen Standpunkt aus zunächst eher zu vertreten.

Bei entsprechender Mundhygiene, einer konstanten zahnärztlichen Kontrolle und eventuellem Nachpolieren der aufgerauhten Füllungsoberflächen läßt sich das Randspaltverhalten der Amalgamfüllung positiv beeinflussen. Eine höhere Liegedauer ohne klinisch nicht tolerable Randspalte und vermehrter Sekundärkariesbildung läßt sich so sicher erreichen.

Diese Meinung wird auch von K. H e l b i g (1954; 19) und E. S a u e r w e i n (1953; 47) vertreten. Beide empfehlen zur Verbesserung des Ergebnisses eine regelmäßige Nachpolitur der Füllungsråder innerhalb eines Jahres oder günstigstenfalls alle 6 Monate.

IV. Zusammenfassung:

Es wurden von uns bei klinischen Nachuntersuchungen von insgesamt 454 Goldguß- und Amalgamfüllungen Messungen der Tiefen und Breiten okklusaler Spaltbildungen zwischen Kavitätenrand und Füllung vorgenommen. Um die zu untersuchenden Zähne unseren Messungen zugänglich zu machen, bedienten wir uns des Korrektur-Abdruck-Verfahrens mit Hilfe der Silikonmassen Optosil-Xantopren.

Die Abdrücke wurden mit Vel-Mix-Stone Gips ausgegossen und anschließend mit einem Meßmikroskop der Firma ZEISS auf Randspaltbreite und -tiefe hin vermessen.

Bei der Amalgamfüllung betrug die Spaltbreite nach einer Liegedauer von 1/2 Jahr durchschnittlich $28,51 \mu$, bei einer Spalttiefe von $10,16 \mu$, während bei der gleichen Liegedauer der Goldgußfüllung eine Spaltbreite von $21,46 \mu$ und -tiefe von $8,77 \mu$ gemessen wurde.

Diese Werte wurden unter Einbeziehung der 0-Werte errechnet.

Nach einer Liegedauer von 8 Jahren war eine Randspaltverbreiterung bei Amalgamfüllungen auf $358,55 \mu$ und eine Vertiefung auf $236,16 \mu$ festzustellen. Der Anstieg der Werte bei 8- bis 9-jährigen Goldgußfüllungen war im selben Zeitraum wesentlich geringer. Die durchschnittlichen Spaltbreitenwerte stiegen auf $102,85 \mu$, während die Spalttiefenwerte auf $67,03 \mu$ zunahmen.

Die Zahl der durch Sekundärkaries entstandenen Randspalte wurde hier nicht erfaßt.

Ein bei 4- und 6-jährigen Füllungen durchgeführter T-Test bestätigte den Unterschied des Spaltverhaltens bei Gold- und Amalgamfüllungen auf einem Signifikanzniveau von 0,1 %.

Der T-Test wurde hier angewandt, weil wir darauf vertrauten, daß er gegen die Verletzung der Voraussetzung (Gauß-Verteilung) robust ist.

Der direkte Vergleich bei 5-, 7-, 8- und 9-jährigen Teilgruppen war nicht möglich, da diese Altersklassen entweder von Amalgam- oder Goldgußfüllungen nicht gleichzeitig besetzt waren.

Der Unterschied nach 4 und 6 Jahren, wo diese Gruppen einander gegenübergestellt werden konnten, sind allerdings so augenfällig, daß in den genannten übrigen Jahren mit Sicherheit kein anderes Resultat zu erwarten wäre.

Betrachtet man die Ergebnisse summarisch, so läßt sich feststellen, daß die Goldgußfüllung den besseren dauerhaften Kavitätenverschluß darstellt.

Sollte eine Amalgamfüllung spätestens nach 4 Jahren regelmäßig erneuert werden, stellt auch sie einen guten Kavitätenverschluß dar. Allerdings wird wohl bei jeder Füllungserneuerung immer mehr Zahnschubstanz durch Nachpräparation verlorengehen, was nicht unbedingt im Sinne einer guten und erfolgreichen Füllungstherapie ist.

V. Verzeichnis der Autoren

1. Albert, H.M. 1966
Spaltbreiten und -tiefen bei
Amalgam- und Gußfüllungen
Med. Diss. Berlin (1966)
2. Andrews, J.T. und Hanbree, J.H. 1976
In vivo evalution of maginal leakage
of four inlay cements
J. Prosth. Dent., 35; 532-537 (1976)
3. Baumgartner, J.W.; Bustard, R.E. 1963
Die marginale Undichte von Amalgamfüllungen
J. Prosth. Dent. 13, H. 2, 346-353 (1963)
4. Berger, H.J., Marxkors, R. und Meiners H. 1973
Abformgenauigkeit bei ringlosen Abdrücken
Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 1051-1054 (1973)
5. Byrnes, R.R. 1934
Why fillings fail (amalgam)
J. Amer. Dent. Ass. 21, 2144-2152 (1934)
6. Dreyer-Jorgensen 1958
Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gußverfahren
Dtsch. zahnärztl. Z. 2, 461-469 (1958)
7. Dunker, Ch. 1979
Jatrogene marginale Irritationen.
Eine klinische Untersuchung über den Zustand
approximaler Flächen von Goldgußfüllungen
ZWR 88, 8-14 (1979)

8. Eichner, K. 1960
Leitfaden der zahnärztlichen Werkstoffe und
ihre Verarbeitung
Berl. Verlagsanstalt, Berlin West 1960, S. 271
9. Eifinger, F.F. und Dunker, L. (1967)
Die Klasse V-Kavität und ihre Versorgung
Dtsch. Zahnärztebl., 21, 7-15 (1967)
10. Einfeldt, H. 1963
Wie können wir unsere Amalgamfüllung verbessern?
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 1081-1091 (1963)
11. Engelhardt, J.P. 1967
Experimentelle Untersuchungen über die Desinfektion
im zahnärztlichen Bereich
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 1175-1183 (1967)
12. Fischer, C.H. und Mertensmeier, C. 1957
Vergleichende klinische und experimentelle Unter-
suchungen verschiedener handelsüblicher Amalgame
Dtsch. Zahn-, Mund- und Kieferheilkd. 26, 205 (1957)
13. Fusajama, T. 1959
Faktoren und Technik beim Präzisionsguß
Quintess. 12, 1325-1333 (1959)
14. György, A. 1965
Klinische, röntgenologische und histologische
Untersuchungen von Amalgam-Füllungen in Bezug
auf Randschluß und Pulpa
Med. Diss. Mainz (1965)

15. Hammer, B. und Hotz, P. 1979
Nachkontrolle von 1- bis 5jährigen Amalgam-,
Komposite und Goldgußfüllungen
Schweiz. Mschr. Zahnheilkd. 89,4 (1979)
16. Hansen, R. 1982
Vergleichende röntnologische Untersuchung
über das Randspaltverhalten von Amalgam- und
Goldgußfüllungen im Approximalbereich in Abhängig-
keit von ihrer Liegedauer
Med. Diss., München (1982)
17. Harndt, E. 1947
Die Gußfüllung; Sammlung Meusser
H. 37 Barth Verlag Leipzig (1947)
18. Harndt, E. 1955
Karies, Klinik und Therapie
ZMK-Heilkunde; Ein Handbuch für die zahnärztl.
Praxis
Urban und Schwarzenberg Berlin II, 400 (1955)
19. Helbig, K. 1954
Zur Technik der Amalgamfüllung
Zahnärztl. Welt 9, 328-329 (1954)
20. Heuser, H. 1949
Oberflächenmikroskopische Untersuchungen über
den Randschluß von Füllungen
Stoma 1, 5-12 (1948) Stoma 2, 16-27 (1949)
21. Hill, D.L. 1928
Caused of failure in amalgam word an how to
avoid them
J. Amer. dent. Ass. 15, 1875-1878 (1928)
22. Hofmann, M. und Ludwig, P. 1968
Über das Dimensionsverhalten verschiedener

Abdruckwerkstoffe im Hinblick auf ihre Eignung
auf das Korrekturabdruckverfahren
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, I. Teil 6-19
und II. Teil 438-449 (1968)

23. Hollenback, G.M. 1958
Condensation of Amalgam
J. Amer. dent. Ass. 56, 479 (1958)
24. Hunkirchen, M. 1968
Die Veränderung des Randschlusses von
Amalgam-Füllungen in Abhängigkeit von
ihrer Liegedauer
Med. Diss. Bonn (1968)
25. Ilg, V.K. 1951
Untersuchungen über das Dimensionsverhalten
(Exp. und Kontr.) der Füllungsamalgame
Dtsch. zahnärztl. Z. 6, 127-136 und 189-202 (1951)
26. Kluge, R. und Binus, W. 1967
Die Gußfüllung im Approximalbereich
DZZ. 22 H. 12, 1584-1589 (1967)
27. Knappwost, A. 1953
Über die das Fluor ergänzende Wirkung des
Kupfers in der lokalen Kariesprophylaxe
Dtsch. zahnärztl. Z. 8, 611-619 (1953)
28. Körber, E. und Lehmann, K. 1969
Vergleichende Untersuchungen bei Abdruckmaterialien
für Kronen und Brücken.
Dtsch. zahnärztl. Z. 24, 791-797 (1969)
29. Marenke, G. 1940
Studien und Betrachtungen zu dem Problem der
sekundären Randkaries
Med. Diss. Berlin (1940)

30. Merk, H. 1962
Beitrag zur Problematik des Randspaltes bei
Amalgamfüllungen
Dtsch. Zahnärztebl. 16, 362-364 (1962)
31. Miller, E.C. 1964
Clinical factors in the use of amalgam
J. Amer. dent. Ass. 34, 820 (1964)
32. Mitchell, J. et al. 1954
Some factors affecting the dimensional stability
of Ag-SN (Cu-Zn) amalgams
J. dent. Res., 33, 697-698 (1954)
33. Morrey, L.W. 1962
Moisture impures alloy fillings
Stop palming amalgam
J. Amer. dent. Ass. 65, 66 (1962)
34. Overdiek, H.F. 1962
Fehlerhafte Amalgamfüllungen und ihre Ursachen
Zahnärztl. Rdsch. 10, 333-337, (1962)
35. Owassapian, S. 1964
Der Einfluß verschiedener Abdruckmaterialien
und Modellwerkstoffe auf die Paßgenauigkeit von
MOD-Gußfüllungen
Med. Diss. Mainz (1965)
36. Pantke, H. 1966
Die Scheibenschliffpräparation
Zahnärztl. Praxis 17, 37 (1966)
37. Pantke, H. und Horn, R. 1966
Kavitätenpräparation und sek. Randkaries
Zahnärztl. Praxis 17, 253-256 (1966)

38. Peckert, H. 1923
Einführung in die konservierende Zahnheilkunde
S. Hirzel, Leipzig 1923, S. 94
39. Philips, R.W.; Gilmore, H.W.; Swatz, M.L. und
Schenker, S.J. 1961
Adaption of restaurations in vivo as assessed
by Ca^{45}
J. Amer. dent. Ass. 62, 9 (1961)
40. Pichler, H. 1929
Lehrbuch der Kavitätenpräparation
Hermann Meusser, Berlin (1929)
41. Rau, B.M. 1975
Die Genauigkeit unterschiedlicher Abdruckverfahren
bei der indirekten Herstellung gegossener Füllungen
Med. Diss. Tübingen (1975)
42. Rehberg, H.J. 1971
Exakter Randverschluß - was ist das?
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 26, 696-699 (1971)
43. Riedel, H. 1965
Gußfüllungen und gepreßte Kunststofffüllungen
Dtsch. Zahnärztl. Zschr. 20, 558-565 (1965)
44. Riethe, P. 1963
Über den Einfluß verschiedener Abdruckmaterialien
und Modellwerkstoffen auf die Paßgenauigkeit von
MOD-Gußfüllungen.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 18, 1034-1040 (1963)

45. Ritter, H. 1980
Vergleichende Untersuchung der Gußgenauigkeit
beim Vakuumdruckguß- und Schleudergußverfahren
auf den relativen Kaltguß
Med. Diss. München (1980)
46. Saltzberg, D.S.; Ceravolo, F.J.; Holstein, F.;
Groom, G. und Gottsegen, R. 1976
Elektronenmikroskopische Untersuchungen der
Grenzflächen zwischen Restaurationen und
Kavitätenrändern im Bereich der Gingiva
J. Prosth. Dent. 36 (1976) H. 5, 517-522
47. Sauerwein, E. 1953
Die abschließende Bearbeitung der Füllungsob-
fläche; Der kariöse Defekt am vitalen Zahn
Carl Hauser Verlag, München 1953
48. Sauerwein, E. 1976
"Zahnerhaltungskunde"
Stuttgart, Thieme Verlag (1976)
49. Schug-Kösters, M. 1951
Lehrbuch der Kavitätenpräparation
Wilhelm Mandrich Wien, 1951 S. 25
50. Schwikerath, H. 1979
Randspalt und Löslichkeit
Dtsch. zahnärztl. Z. 34 664-669 (1979)
51. Sobkowiak, E.M. 1964
Klinische und experimentelle Untersuchungen
zur Paßfähigkeit des Inlays
Dtsch. stomat. 14, 569-579 (1964)

52. Sonnabend, E., 1974
Ursachen der Wiedererkrankung des Zahnes
durch Karies
Bayr. Zahnärzttetag 1974
Bayr. Landeszahnärztekammer
53. Spreter v. Kreudenstein, Th. 1960
Sekundärkaries
Deutscher Zahnärztekalender
Verlag Carl Hauser (1960)
54. Strassburg, M. und Özkan, T. 1965
Experimentelle Untersuchungen über die
Gewichts- und Oberflächenveränderungen
von 70 %igen zinkfreiem Silberamalgam
nach Erwärmung auf normale und extrem
hohe Mundhöhlentemperaturen
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 1165-1178 (1965)
55. Syrynska 1973
Untersuchungen des Randschlusses in vitro
bei Füllungen und Inlays bei Zähnen von
Kindern und Jugendlichen
Czas. stomat. 26 (1973) H.7, 685
56. Verbowsky, M. 1961
Über den Einfluß von Silbergehalt und
Korngröße der Amalgamfeilung auf den
Randschluß der Amalgamfüllung
Med. Diss. Mainz (1961)
57. Wannenmacher, E. 1963
Die Silber-Zinn-Amalgame; Lehrbuch der
klinischen Zahnheilkunde
Bd. II, 3, Johann Ambrosius Barth; Leipzig (1963)

58. Wannenmacher, E. 1965
Die Füllungstherapie
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 514-521 (1965)
59. Wehner, E. 1969
Sekundärkaries bei Amalgam- und Gußfüllungen
- eine klinische Untersuchung
Med. Diss. Berlin (1969)
60. Weikart, P. 1957
Grenzen und Prüfung der Gußgenauigkeit
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 12, 897-904 (1957)
61. Weissleder, K. 1940
Sekundäre Randkaries - eine statistische
Nachprüfung
Med. Diss. Berlin 1940
62. Weißbuhn, G. 1957
Abhängigkeit des Randschlusses der Amalgam-
Füllung von den Eigenschaften der Amalgam-
Feilung
Med. Diss. Mainz (1957)
63. Witzel, A. 1899
Das Füllen der Zähne mit Amalgam
Berlinische Verlagsanstalt, Berlin 1899; S. 42

Lebenslauf von Thomas Tenspolde

Am 19.02.1956 wurde ich als Sohn des Ehepaares Josef und Dorit Tenspolde (geb. Köster) in Bremen geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in Braunschweig (Mascheroder Holz) von 1962 - 1966 wechselte ich auf das Eichendorff-Gymnasium in Koblenz, wo ich am 5. Mai 1975 mein Abitur bestand.

Im Wintersemester 1976 begann ich in München an der Ludwig-Maximilians-Universität, Zahnmedizin zu studieren.

Nach dem Bestehen der naturwissenschaftliche Vorprüfung im Oktober 1977 legte ich im Frühjahr 1979 die zahnärztliche Vorprüfung erfolgreich ab.

Die zahnärztliche Prüfung bestand ich an der Ludwig-Maximilians-Universität in München im Februar 1982.

